Aggiudicazione servizio di ingegneria a architettura dell'Agenzia nazionale per l'attrazione degli investimenti e lo sviluppo d'impresa S.p.A. "Invitalia" in qualità di CENTRALE DI COMMITTENZA prot. n. 0255738 del 08.09.2023

AEROPORTO CIVILE DI LAMEZIA TERME (CZ)

REGOLAMENTO (UE) 139/2014 - CERTIFICAZIONE AEROPORTO E REGOLAMENTO (UE) 2015/1998

A.U. - Accountable Manager	Maintenance Manager	CIRCOLARE ENAC APT-16 Post Holder Progettazione
Dott. Marco FRANCHINI	Ing. Filippo MALAFARINA	Ing. Stefania RAIMONDO

S.A.CAL. S.p.A. Società Aeroportuale Calabrese

PROGETTO ESECUTIVO
(Codice Appalti D. Lgs 36/2023)

Progetto: *"Riqualifica della viabilità e delle aree di sosta"* dell'aeroporto di Lamezia Terme - CIS L03.
-CIG: 9906072D35; CUP: H84G22000040009
Contratto Istituzionale di sviluppo *"CIS Volare"*
Ambito di intervento: Trasporti e mobilità sostenibili - Fondi CIS scheda L03
CONTRATTO SIA SACAL prot. n. n. 007/2024/RCA
PSA (Masterplan 2012-2027) approvazione ENAC nota n.107905 del 24.10.2017
ENAC "Scheda A" - L03 - parcheggi e viabilità

PROGETTISTA DELL'OPERA
Ing. Andrea Benincasa di Caravacio

GEOLOGI
Dott. Geol. Gianluigi Mazzilli - Dott. Geol. Pierluigi Arbore

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Geom. Salvatore Cipolla

BIM MANAGER
Arch. Marcella Blasi

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
Ing. Matteo Mastroianni

Nemesis Ingegneria Srl
Via P. Toselli 6 - Torino
Ing. Andrea Benincasa di Caravacio
Ing. Cristina Alasia
Geom. Salvatore Cipolla
Ing. Elisa Cappuccio
Geom. Juri Salza

Ingegneri Guadagnuolo & Partners Srl
Via A. Colavita 19 - Lamezia Terme (CZ)
Ing. Alessandro Guadagnuolo
Ing. Luigi Guadagnuolo

SIGEA SaS
Via Savonarola 9 - Corato (BA)
Dott. Geol. Gianluigi Mazzilli
Dott. Geol. Pierluigi Arbore

OGGETTO ELABORATO

STRUTTURE
Relazione di sui materiali

Approvazione ENAC

Riferimento Elaborato	Data	Scala	Codice elaborato	Rev.
	LUGLIO 2025		PE T00 TM00 STR RE08	A

REVISIONI					
D					
C					
B					
A	LUGLIO 2025	PRIMA EMISSIONE	L. GUADAGNUOLO	A. GUADAGNUOLO	A. BENINCASA
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

INDICE

INDICE 1
1. PREMESSA 2
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO 3
3. DURABILITÀ DELLE STRUTTURE 4
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 5
4.1 Controlli 11
4.2 Tipi di calcestruzzo 11
4.3 Classe di resistenza 11
4.4 Prescrizione del diametro massimo dell'aggregato 11
4.5 Prescrizione della classe di consistenza 12
4.6 Aggregati 12
4.7 Classe di contenuto in cloruri 12
5. MODALITÀ DI POSA IN OPERA 13
6. PROVENIENZA DEI MATERIALI 14

1. PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la *"Relazione sui materiali"*.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I riferimenti normativi per la seguente relazione sono:

1. D.M. Min. II. TT. del 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42) – Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni";
2. Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019) - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
3. UNI-EN 1992-1-1 *"Progettazione delle strutture in c.a."*;
4. UNI-EN 206-1 *"Calcestruzzo, specificazione, prestazione, produzione e conformità"*;
5. UNI 11104 *"Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1"*;
6. UNI 8520 Parte 1 e 2 *"Aggregati per calcestruzzo – Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 – Parte 2:Requisiti"*;
7. UNI 7122 *"Calcestruzzo fresco. Determinazione delle quantità di acqua d'impasto essudata."*;
8. EN 10080;2005 *"Acciaio per cemento armato"*;
9. UNI EN ISO 15630 – 1 / 2 *"Acciai per cemento armato: metodi di prova"*;
10. UNI EN 13670:2008 *"Execution of concrete structures"*.
11. *"Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale"* Settembre 2016, Osservatorio per il calcestruzzo - Servizio Tecnico Centrale C.S.LL.PP.
12. UNI EN 1998-5 "*Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici"*.
13. UNI EN 1090-2 :2018 *"Esecuzione di strutture in acciaio e di alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio"*.

3. DURABILITÀ DELLE STRUTTURE

L' *"Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"* (D.M. 17/01/2018) riprende quanto indicato nel precedente D.M. 14/01/2008 nel quale veniva introdotta, nei principi fondamentali, l'importanza dello studio dell'ambiente con le relative aggressioni sulle opere in calcestruzzo armato, al fine di garantire il raggiungimento della vita di servizio prevista. Per *"vita di servizio"* si intende il tempo durante il quale le strutture e/o i materiali conservano le loro prestazioni iniziali mantenendo il livello di sicurezza e di efficienza funzionale di progetto, per qualsiasi azione e condizione ambientale prevista. In quest'ottica viene ricalcato il concetto di durabilità, vale a dire la capacità di conservazione delle caratteristiche fisico-meccaniche delle strutture per tutta la vita di servizio prevista in progetto senza dover far ricorso a interventi di manutenzione straordinaria. Tale obiettivo viene raggiunto anche attraverso una prescrizione corretta delle regole di maturazione, una cadenza temporale dei necessari monitoraggi sulle opere, o su particolari di esse, e azioni manutentive preventive.

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali sono state scelte, innanzitutto in funzione della classe d'esposizione minima individuate, estendendo la classe di resistenza minima per i restanti elementi strutturali, prefiggendosi di controllare se la stessa, a termine delle analisi, restituisce risultati soddisfacenti riguardo la resistenza degli elementi e la deformabilità con tale classe.

Per gli elementi strutturali in c.a. quali scatolari del canale Manchetta e basamenti di fondazione, cautelativamente, la classe d'esposizione minima individuata è la XC4, nonostante per le strutture interrate si possa rientrare in XC2; in tal maniera dalla UNI EN 206:2016, prospetto 5 s'individuano i valori limite raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo che prescrivono l'utilizzo della classe di resistenza minima C30/37.

CALCESTRUZZO

Calcestruzzo **C30/37**

Rck ≥ 37 Mpa

Copriferro (inteso come ricoprimento minimo sull'armatura) ≥ 5 cm

Con riferimento al § 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti,…) o monodimensionale (travi, pilastri,…).

Tabella C4.1.IV - *Copriferri minimi in mm*

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Dunque, in accordo con la Tabella C4.1.IV della Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP, in aggiunta si considerano le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità. Pertanto, si considera un copriferro minimo di 5cm.

<u>SLU</u>

1) **Rck ≥ 37 MPa** — resistenza a compressione cubica caratteristica (frattile 5%)

$\gamma_C = 1.5$ — coefficiente parziale per SLU

$a = 0.85$ — fattore che tiene conto degli effetti dei carichi di lunga durata

$f_{ck} = 0.83\ Rck = 30{,}71$ MPa — resistenza a compressione cilindrica caratteristica (frattile 5%)

$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38{,}71$ MPa — resistenza a compressione cilindrica media per SLU

$f_{cd} = \alpha\ f_{ck} / \gamma_C = 17{,}4$ MPa resistenza a compressione cilindrica di progetto per SLU

$f_{ctm} = 0.30\ f_{ck}^{(2/3)} = 2{,}94$ MPa resistenza a trazione media (frattile 50%)

$f_{ctk\ 0.05} = 0.7\ f_{ctm} = 2{,}06$ MPa resistenza a trazione caratteristica (frattile 5%)

$f_{ctk\ 0.95} = 1.3\ f_{ctm} = 3{,}82$ MPa resistenza a trazione caratteristica (frattile 95%)

$f_{ctd} = f_{ctk\ 0.05} / \gamma_C = 1{,}37$ MPa resistenza a trazione di progetto

$f_{cfm} = 1.2\ f_{ctm} = 3{,}52$ MPa resistenza a trazione per flessione media (frattile 50%)

$f_{cfk\ 0.05} = 0.7\ f_{cfm} = 2{,}47$ MPa resistenza a trazione per flessione caratteristica (frattile 5%)

$f_{cfk\ 0.95} = 1.3\ f_{cfm} = 4{,}58$ MPa resistenza a trazione per flessione caratteristica (frattile 95%)

$E_{cm} = 22000(f_{cm} / 10)^{(0.3)} = 33'019$ MPa modulo di elasticità medio

<u>SLE</u>

$\sigma_c < 0.55\ f_{ck} = 18{,}26$ MPa stato limite delle tensioni di esercizio (per comb. caratteristica)

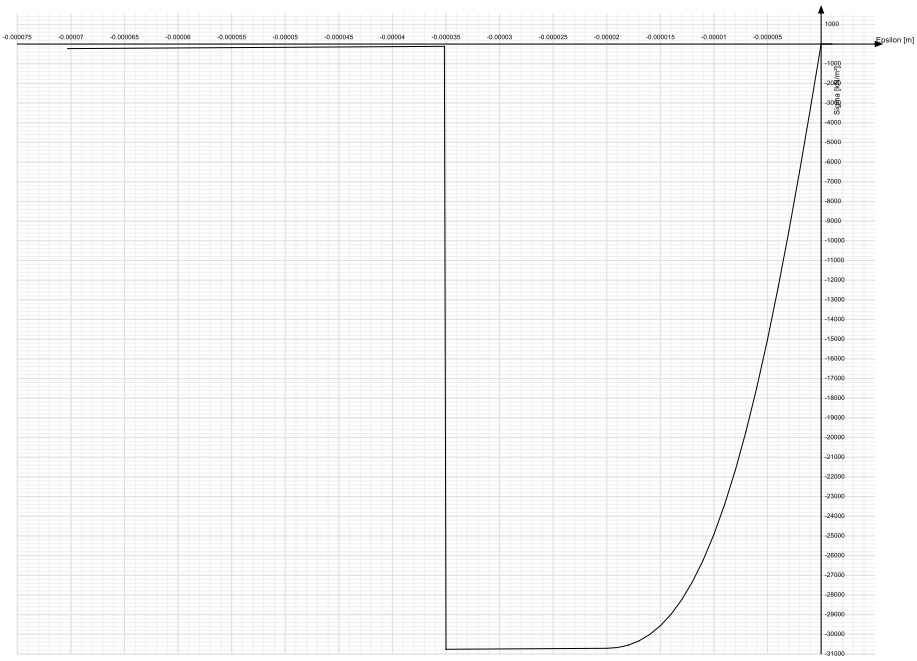
$\sigma_c < 0{,}40\ f_{ck} = 13{,}28$ MPa stato limite delle tensioni di esercizio (combinaz. quasi perm.)

$w_k < (w_1, w_2, w_3)$ verifica a fessurazione

Di seguito si riportano le curve riferite al legame costitutivo del cls classe di resistenza C30/37.

***Descrizione**: descrizione o nome assegnato all'elemento.*
***Curva pushover**: curva caratteristica per analisi pushover.*
***Reaz.traz.**: reagisce a trazione.*
***Comp.frag.**: ha comportamento fragile.*
***E.compr.**: modulo di elasticità a compressione. [kN/m²]*
***Incr.compr.**: incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.*
***EpsEc**: ε elastico a compressione. Il valore è adimensionale.*
***EpsUc**: ε ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.*
***E.traz.**: modulo di elasticità a trazione. [kN/m²]*
***Incr.traz.**: incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.*
***EpsEt**: ε elastico a trazione. Il valore è adimensionale.*
***EpsUt**: ε ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.*

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
C30/37	37000	33019435	15008834	0.1	25	0.00001



Per quanto riguarda il plinto di fondazione del palo di illuminazione, si è previsto un cls C25/30.

Classe di resistenza	C25/30 (**Rck ≥30 MPa)**
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza slump	S4
Contenuto minimo di cemento	300 kg/mc
Rapporto acqua/cemento	≤ 0.60
Aggregato:	Conforme a UNI EN 12620
Massima dimensione aggregato:	25 mm
Acqua :	Conforme a UNI EN 1008
Cemento :	CEM II/A-LL 42.5 R (Conforme alla UNI-EN 197/1)

Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck} = 30\ N/mm^2$	= 30.00 MPa
Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)	$f_{ck} = 0.83*R_{ck}$	= 25.00 MPa
Valor medio resistenza cilindrica a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	= 33.00 MPa
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc}*f_{ck}/\gamma_c=0.85*f_{ck}/1.5$	= 14.17 MPa
Resistenza di calcolo a compressione elastica	$\sigma_c =0.60*\ f_{ck}$	= 15.00 MPa
Resistenza media a trazione	$f_{ctm} = 0.30*\ f_{ck}^{2/3}$	= 2.56 MPa
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2\ f_{ctm}$	= 3.08 MPa
Resistenza a trazione (5%)	$f_{ctk} = 0.7*\ f_{ctm}$	= 1.79 MPa
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%):	$f_{ctk} = 1.3\ f_{ctm}$	= 3.33 MPa

Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	= 2.22 MPa
Modulo di elasticità longitudinale	$E_{cm} = 22.000\ [f_{cm}/10]^{0.3}$	= 31476 MPa
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.1$	
Coeff. espansione termica lineare	$\alpha = 10 \times 10^{-6}$ per °C^{-1}	
Densità	$\rho = 2500$ kg/m^3	
Coefficiente sicurezza SLU	$\gamma_C = 1,50$	
Resistenza di calcolo a compressione SLU	$f_{cd} = 0,85\ f_{ck} / \gamma_C$	= 14.17 MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) SLU	$f_{ctd} = 0.7\ f_{ctm} / \gamma_C$	= 1.20 MPa
Coefficiente sicurezza SLE	$\gamma_C = 1,00$	
combinazione rara	$\sigma_{c,ad} = 0,60\ f_{ck}$	= 15.00 MPa
combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} = 0,45\ f_{ck}$	= 11.25 Mpa

Con riferimento al § 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti,…) o monodimensionale (travi, pilastri,…).

Tabella C4.1.IV - *Copriferri minimi in mm*

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Dunque, in accordo con la Tabella C4.1.IV della Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP, in aggiunta si considerano le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità. Pertanto, si considera un copriferro minimo di 4cm.

Il cemento sarà fornito in sacchi sigillati, o in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazioni, ovvero alla rinfusa. Sui sacchi e sugli imballaggi devono essere stampati il nome della ditta fabbricante e dello stabilimento di produzione, la qualità del legante, la quantità di

acqua per la malta normale e, infine, le resistenze minime a trazione e compressione dopo 28 giorni di maturazione dei provini. Se invece i cementi sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni, con modalità previste dalle leggi e normative vigenti.

La resistenza meccanica e i requisiti fisico-chimico e le relative modalità di prova sono definite nel Cap. 11 - *Materiali e Prodotti per uso Strutturale* di cui al D.M. 17/01/2018. La presa deve avere inizio non prima di 45 minuti, dalla manipolazione con acqua, né terminare prima di 12 ore. Comunque, i tempi di presa possono variare sensibilmente anche per lo stesso cemento; il prodotto fresco di fabbricazione fa presa più rapidamente di quello stagionato; in ambiente caldo e asciutto i tempi si accelerano sensibilmente.

Gli inerti occupano in generale una frazione rilevante (70% - 80%) del volume del getto. La sabbia più adatta è quella viva del tipo preferibilmente silicea, a grana ruvida e ad elementi di diametro assortito da 0 a 3 mm circa. La sabbia può essere di provenienza fluviale o di cava e non deve contenere parti terrose o fango. Sono da escludersi sabbie provenienti da rocce in decomposizione, non resistenti alle azioni atmosferiche.

Ottime sabbie sono quelle proveniente dai frantoi o molazze mediante macinazione di pietre o pietrisco, purché provengano da rocce adatte e presentino spigoli vivi e dimensioni assortite.

La sabbia deve esser lavata se contiene limo, terreno vegetale, materiale melmoso, humus, ecc, in maniera tale da non asportare la parte più fine. Sabbie prodotte da frantoi contengono la polvere costituita dai grani più piccoli, che non debbono essere asportati. È necessario evitare sabbie di grana uniforme, in quanto grani di dimensioni diverse riempiono meglio gli spazi lasciati tra gli elementi di ghiaia. La sabbia natura o artificiale, da usare nel calcestruzzo, deve risultare ben assortita in grossezza e costituita di grani resistenti non provenienti da rocce gessose o decomposte. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose.

La ghiaia o il pietrisco costituiscono la parte grossa dell'impasto, ed hanno grande importanza sulle sue proprietà. Gli elementi che formano la ghiaia o il pietrisco variano molto di grandezza, di solito da 5 a 30 mm. Anche la ghiaia deve avere grani di dimensioni assortite per conferire maggiore compattezza al calcestruzzo. La ghiaia o il pietrisco non devono contenere impurità, fango, terriccio, polvere; devono avere le superfici scabre, non devono provenire da materiali friabili o gelivi; sono da escludere materiali tufacei e teneri. Il calcare duro, compatto dà ottime ghiaie e ottimi pietrischi; anche il granito e le rocce silicee in genere danno buone ghiaie.

Per la ghiaia ed il pietrisco di genere si prescrive che la ghiaia deve essere ben assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra di sostanze estranee, di parti friabili, terrose o comunque dannose.

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, non contenere sali (cloruri e solfati) in percentuale dannosa e non deve essere aggressiva. Sono da escludere le acque di rifiuto e in special modo quelle provenienti da stabilimenti industriali, poiché anomalie nel fenomeno di presa ed indurimento del cemento possono essere provocate da olii, zuccheri, materiale organico. L'acqua di mare non può essere impiegata. Quando sussistono dubbi sull'idoneità dell'acqua da impiegare negli impasti, è opportuno ricorrere ad analisi chimiche.

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

B450C

SLU

$f_{yk} \geq 450$ MPa	tensione di snervamento caratteristica (frattile 5%)
$\gamma_S = 1.15$	coefficiente parziale per SLU
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 391.30$ MPa	tensione di snervamento di calcolo
$E_S = 210000$ MPa	modulo elastico

SLE

$\sigma_s < 0.75\ f_{yk} = 360$ MPa	stato limite delle tensioni di esercizio
$n = 15$	coefficiente di omogeneizzazione

Descrizione: *descrizione o nome assegnato all'elemento.*
fyk: *resistenza caratteristica. [daN/cm²]*
σamm.: *tensione ammissibile. [daN/cm²]*
Tipo: *tipo di barra.*
E: *modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]*
γ: *peso specifico del materiale. [daN/cm³]*
ν: *coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.*
α: *coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]*
Livello di conoscenza: *indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) eD.M. 17-01-18 (N.T.C.).*

Descrizione	fyk	σamm.	Tipo	E	γ	ν	α	Livello di conoscenza
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	Nuovo

Tutti i copriferri dovranno essere garantiti con appositi distanziatori.

Le barre devono presentare struttura uniforme, essere prive di screpolature, bruciature o altre soluzioni di continuità; non devono presentare ruggine, per quanto sia accertato che una leggera ossidazione non riesce dannosa, in quanto il calcestruzzo avvolgente, dopo qualche tempo, la fa scomparire.

L'acciaio utilizzato comprende: barre d'acciaio tipo B450C (6 mm < Φ < 50 mm),

Tutte le barre devono essere conformi alle Norme tecniche: queste specificano le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi e le condizioni delle prove di accettazione e il sistema per l'attestazione di

conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti per CPD (89/106/CE).

4.1 CONTROLLI

Il calcestruzzo, secondo quanto previsto dalle Norme tecniche vigenti, deve essere prodotto da impianti dotati di un sistema di controllo permanente della produzione, certificato da un organismo terzo indipendente riconosciuto. È compito della DL accertarsi che i documenti di trasporto indichino gli estremi della certificazione. Nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto in cantiere occorre che, sotto la sorveglianza della DL, vengano prequalificate le miscele da parte di un laboratorio ufficiale. Sul calcestruzzo dovrà essere eseguito il controllo di accettazione di tipo A secondo quanto previsto dal capitolo 11 delle Norme tecniche.

4.2 TIPI DI CALCESTRUZZO

I calcestruzzi dovranno essere conformi alla UNI EN 206-1 e UNI 11104.

4.3 CLASSE DI RESISTENZA

La classe di resistenza è stata definita in conformità alle Norme tecniche e alla norma UNI EN 206-1: il primo termine definisce la resistenza caratteristica a compressione cilindrica (fck per le Norme tecniche e fck,cyl per le norme europee) mentre il secondo termine definisce la resistenza caratteristica a compressione cubica (Rck per le Norme tecniche e fck,cube per le norme europee). Le resistenze soddisfano i valori minimi previsti dalla norma UNI 11104 per l'ambiente in cui è previsto che debbano lavorare i vari elementi strutturali.

4.4 PRESCRIZIONE DEL DIAMETRO MASSIMO DELL'AGGREGATO

Le Norme Tecniche 2018 prescrivono nel paragrafo 4.1.6.1.3, a proposito dei dettagli costruttivi degli elementi monodimensionali, che *"per consentire un omogeneo getto di calcestruzzo fresco attraverso i ferri, il copriferro e l'interferro delle armature deve essere rapportato alla dimensione massima degli inerti impiegati"*. La norma ENV 206-1 consigliava i seguenti ragionevoli valori del diametro massimo dell'aggregato:

o Dmax < copriferro in mm moltiplicato per 1,3

o Dmax < interferro in mm - 5 mm

o Dmax < ¼ della sezione minima dell'elemento strutturale.

Vengono generalmente utilizzati aggregati di dimensione massima inferiore ai 32 mm.

4.5 PRESCRIZIONE DELLA CLASSE DI CONSISTENZA

La classe di consistenza rappresenta un indice della lavorabilità del calcestruzzo di lasciarsi introdurre e stendere nella cassaforma, di avvolgere le barre di armatura, di riempire l'interno della forma e di espellere l'eccesso di aria inglobata durante la fase di vibrazione. Per ogni elemento strutturale occorre prescrivere la classe di consistenza appropriata, in funzione della densità dei ferri d'armatura, della geometria e della dimensione dell'elemento strutturale, della metodologia di getto (la pompa riduce la lavorabilità di quasi una classe di consistenza). Nel caso in esame per i calcestruzzi sia C30/37 che C25/30 si prescrive una classe di consistenza S4.

4.6 AGGREGATI

Gli aggregati devono essere marcati CE secondo la norma UNI EN 12620 con un sistema di attestazione 2+ e devono essere conformi alla norma UNI 8520-2. Il diametro massimo dell'aggregato grosso prescritto tiene conto degli spessori, delle geometrie e dei copri ferri e interferri degli elementi strutturali. In funzione della disponibilità delle pezzature reperibili dei produttori di calcestruzzo in zona, sono accettabili solo diametri massimi o uguali a quelli prescritti.

4.7 CLASSE DI CONTENUTO IN CLORURI

Tra quelle previste dalla norma UNI EN 206-1, è stata prescrittala classe che prevede una presenza bassa di cloruri.

5. MODALITÀ DI POSA IN OPERA

La messa in opera del calcestruzzo deve essere conforme alla norma ***UNI EN 13670: 2008*** nonché alle relative ***Linee Guida*** del Servizio Tecnico Centrale - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del Settembre 2016. A tal fine è stata prevista la *classe di esecuzione 1*. In particolare, si raccomanda di utilizzare casseforme di resistenza, rigidezza, tenuta e pulizia adeguate per ottenere superfici regolari e prive di difetti superficiali che possano incidere pesantemente sulla capacità del copriferro di proteggere le armature. Per quello che riguarda la messa in opera (tolleranze, giunzioni, assemblaggio) e piegatura (temperatura minima, diametro dei mandrini, ecc.) delle armature, occorre attenersi alle prescrizioni contenute nel cap. 6 della norma UNI EN 13670:2008. I valori di preparazione e getti devono essere completati, ispezionati e documentati come richiesto dalla classe di esecuzione. Le superfici che vengono a contatto con il calcestruzzo fresco non devono avere una temperatura inferiore a 0° C finché questo abbia superato la resistenza a compressione di 5 MPa. Se la temperatura ambientale è prevista al di sotto di 0° C o al di sopra di 30° C al momento del getto o nel periodo di maturazione, occorre prevedere precauzioni per la protezione del calcestruzzo. Il calcestruzzo deve essere compattato a rifiuto in modo che le armature vengano adeguatamente incorporate nella matrice cementizia, l'elemento strutturale assuma la forma imposta dalle casseformi e la superficie del getto sia priva di difetti superficiali. Allo scopo occorre utilizzare vibratori ad ago da inserire ed estrarre verticalmente ogni 50 cm circa, facendo attenzione a non toccare le armature ed a inserire il vibratore ad una profondità tale da coinvolgere gli strati inferiori precedentemente vibrati. Per la scelta effettuata delle classi di consistenza, la durata della vibrazione sarà relativamente bassa. Inoltre:

- La stagionatura sarà eseguita tramite teli umidi o prodotti antievaporanti.
- Le armature B450C saranno posate come da schema approvato, pulite, legate e, se previsto, saldate.

6. PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali provengono da fornitori qualificati e rispondenti alle norme tecniche vigenti:

- Calcestruzzo fornito da impianti certificati UNI EN 206-1.
- Acciaio B450C fornito da acciaierie certificate secondo UNI EN 10080.
- Aggregati conformi alla UNI EN 12620, lavati e selezionati.
- Acqua conforme alla UNI EN 1008.